

北陸における太陽エネルギーの利用(1979)

——その現状と展望——

安 達 正 雄*

Solar Energy Utilization in the Hokuriku District (1979)

——the Present Situation and a View for the Future ——

Masao ADACHI

Abstract

The mean daily solar radiation in summer season in the Hokuriku district is comparative that in the Pacific district; however, that in winter season in the Hokuriku district is much smaller than that in the Pacific district. Occasionally the former is about a half of the latter. In spite of such a disadvantage in winter, solar energy utilization in the Hokuriku district is slowly increasing. Because the running cost of solar energy usage is very cheap.

Diffusion rate of solar water heater in the Hokuriku district is rather low, a few percent to date. But such a large types of solar water heaters as so-called solar public bathes are spreading rapidly. There are four makers of solar water heaters in this district, and development of special solar water heater for this area is desired.

Four pioneer solar houses in this district are shown in photographs and charts. Initial cost of solar house is expected to pay twelve to fifteen years in the Hokuriku district, on the contrary it takes only six to eight years in the Pacific district.

Solar cell is so expensive that development of cheap amorphous solar cell is desired.

If the price of petroleum raises and initial cost of solar house pay within ten years, install of solar heater and built of solar house will increase rapidly even in the Hokuriku district. For the future energy use, the total energy of the city or the prefecture unit should be introduced. It contains both new natural energy sources; solar energy, wind, wave, tide, and earth-thermal powers etc. and existing energy sources; water, thermal and atomic powers.

* 金沢大学工学部化学工学科, 日本太陽エネルギー学会理事

目 次

1. 緒 言	54
2. 太陽エネルギー利用から見た気象条件	54
3. 太陽熱温水器	56
3.1 家庭用太陽熱温水器	56
3.2 太陽風呂と大型太陽熱温水器	57
4. ソーラーハウス	58
4.1 清水住設センター	58
4.2 近鉄ホーム	62
4.3 杉岡邸	64
4.4 松田邸	66
5. 太陽電池	69
6. 太陽エネルギー利用の展望	70
7. 結 言	70
文 献	71

1. 緒 言

1973年のオイルショックによる石油価格の高騰以来、値上げが相次ぎ、今年もイラン政変による石油不足等から、6月よりまた約10%の値上げが予定されている。第2のオイルショックが起るおそれもあるので、政府も省エネルギー政策を打ち出している。そこで、将来の石油不足、化石燃料の枯渇に対して今から代替エネルギーを考えて置かねばならない。

わが国の「サンシャイン計画」¹⁾では、太陽エネルギー、地熱、石炭のガス化および液化、水素エネルギーの四つをあげている。その他に風力、潮力、波力、核融合等も考えられる。これらのうち、核融合は将来有望とされているが、まだ実用化の見通しはない。また、風力、潮力、波力、地熱、水素等は誰でも利用できる状態にない。したがって現在一般国民に最も手近で有望視されているのは、太陽エネルギーである。

北陸地方における太陽エネルギーの利用は、冬期の天候が悪く、太平洋側に比べて決して有利ではない。しかし、ランニング・コストが非常に安いことと省エネルギーになるので、徐々に太陽エネルギーの利用が増えつつある。ここに著者の調査に基づき、北陸における太陽エネルギー利用の現状と若干の展望を報告し、少しでも太陽エネルギー利用の普及に貢献したいと思う。

2. 太陽エネルギー利用から見た気象条件

北陸地方において太陽エネルギーがどれくらい利用できるか。また、太平洋地域に比べてどれほど不利であるかを、晴天日数と日射量によって調べてみる。

北陸地域の各市と太平洋地域の各都市の晴天日数を比較して第1表に示す。これはほぼ太陽エネルギー利用の可能日数（実際には、薄曇や曇の日も若干利用できるもので、それらが加算される）に

第1表 晴天日数¹⁾ (1941-70平均)

	北 陸 地 域			太 平 洋 地 域		
	福 井	金 沢	富 山	大 阪	名古屋	東 京
1 月	8	6	6	23	23	24
2 月	8	6	7	18	21	23
3 月	11	12	12	19	21	18
4 月	15	16	15	18	17	14
5 月	15	15	15	16	16	13
6 月	9	10	10	11	10	8
7 月	12	13	12	16	13	11
8 月	18	19	18	21	19	16
9 月	13	13	12	16	14	11
10月	16	16	15	20	18	14
11月	16	14	14	21	22	19
12月	10	7	8	24	24	24

第2表 水平面日射量 [Kcal/m². day]

	北 陸 地 域			太 平 洋 地 域		
	福 井 ³⁾	金 沢 ⁴⁾	富 山 ⁵⁾	大 阪 ⁶⁾	名古屋 ⁶⁾	東 京 ⁶⁾
1 月	1,470	1,120	1,460	1,800	2,340	2,020
2 月	1,900	1,570	1,990	2,260	3,040	2,480
3 月	2,440	2,320	2,700	2,880	3,620	2,960
4 月	2,310	3,400	3,500	3,360	4,010	3,230
5 月	4,860	3,430	4,200	3,580	4,090	3,610
6 月	3,490	3,200	3,610	3,320	3,890	3,190
7 月	4,650	4,110	4,140	3,520	4,000	3,150
8 月	3,780	3,570	3,870	3,660	4,270	3,240
9 月	3,460	2,890	3,050	2,890	3,280	2,540
10月	3,180	1,930	2,420	2,340	2,740	2,180
11月	1,720	1,930	1,660	1,830	2,290	1,910
12月	1,380	910	1,170	1,550	2,090	1,800
備考	1977 平均	1975-77 平均	1973-77 平均	1954-70 平均	1954-70 平均	1954-70 平均

相当する。

北陸地域の4～10月各月の晴天日数は、太平洋地域より2～3日少ない程度で、大差はない。しかし、冬期の11～3月各月の晴天日数は非常に少なく、最低の1月には太平洋地域の $\frac{1}{3}$ くらいにな

ることがわかる。

つぎに北陸地域と太平洋地域との水平面日射量を第2表に示す。実際の利用は傾斜面であるので、この値より10～15%増しになる。この増加分を集熱の際の熱損失に含め、1 m²のコレクターで50 ℓの水を30℃上げるとすると、1,500Kcal 必要である。さらに利用するまでの熱損失を30%加えると、1,950Kcal となる。補助熱源なしに利用するには、これ以上の日射量が必要ということになる。したがって、北陸地方では3～10月が補助熱源なしの利用可能な月といえる。

北陸地域の4～10月の日射量は、太平洋地域より真夏には多く、その他ではやや少な目である。しかし、冬期の11月～3月各月の日射量は非常に少なく、最低の12月には $\frac{1}{2}$ 近くになることがわかる。

毎月利用できる太陽エネルギーの総量の代わりに、晴天日数と日射量の積で比較してみると、北陸地域の4～10月各月においては、太平洋地域と等しいか、やや少な目で大差はない。しかし、冬期11～3月各月においては非常に少なく、最低の月には $\frac{1}{6}$ くらいになると見込まれる。

これらからも北陸地方における冬期の太陽エネルギーの利用は、太平洋地域に比べ非常に不利であり、補助熱源が不可欠であるということがわかる。

3. 太陽熱温水器

3・1 家庭用太陽熱温水器

北陸地方における家庭用太陽熱温水器は、最初安価なビニール温水器が普及し、続いて密閉水管型も使われた。しかし、昭和38年頃をピークにその数は急激に減少した。その理由として、石油が豊富にあり価格が安かったこと、瞬間湯沸器が普及したこと、メーカーのアフターサービスが悪かったので、その後の利用を止めたこと等が挙げられる。

ビニール温水器でもひんぱんに利用すれば、ひと夏でその償却ができるので、夏だけの利用ならばビニール温水器で充分である。著者らの測定したビニール温水器のデータの一例⁷⁾を示すと、150ℓの容量のもので午前9時に16～19℃のものが、午後3時に46～50℃に上昇する。

現在北陸地方における太陽熱温水器の普及率は、1～2%である。もっと利用されてもよいと思われる。

第3表 北陸における太陽熱温水器とそのメーカー

商 品 名	温水容量 〔ℓ〕	幅 〔mm〕	奥行 〔mm〕	厚さ 〔mm〕	本 体 材 料	会 社 名	所 在 地	その他の営業
サンフレンド	{ 200 400	2,005 2,020	1,505 3,958	90(513)* 240	ステンレス 銅	日拓産業㈱	金沢市栗崎町	建築・建材
スカイアロー	{ 250 800	1,000 5,000	2,200 2,300	230 230	アルミニウム またはステンレス	N.J.C.工業㈱	小松市細工町	FRP製品
中幸太陽ヒーター	210	1,270	1,820	270	ステンレス	中幸農機製作所	石川県 能美郡川北村	農 機 具
マイサンヒーター	240	1,235	2,385	210	特殊ポリエチレン	㈱ティケン	小松市天神町	建 築

* () 内 貯湯槽部分

太陽熱温水器の大手メーカー^{*}に対抗して、北陸地方でも第3表に示すように4社のメーカーがある。いずれも石川県内にあり、専業にしていなは、他の業種より太陽熱温水器へ進出したことや、これまで専業にするほど需要がなかったからである。これらのメーカーでは、性能のよい太陽熱温水器の開発に努めており、北陸地方ばかりでなく、他の地域への太陽熱温水器の普及を推進している。

北陸地方では冬期かなりの積雪があり、それが太陽エネルギー利用の妨げになっている。そこで、福井市の安川敏一⁹⁾や金沢市の中島高吉⁹⁾によって融雪装置としても利用できる太陽熱温水器が考えられている。また、北陸電力技術研究所では、積雪量と太陽熱温水器の傾斜角との関係¹⁰⁾、太陽熱温水器と深夜電力の併用¹⁰⁾等について研究している。

3・2 太陽風呂と大型太陽熱温水器

銭湯、風呂屋に大型太陽熱温水器と蓄熱槽を付設したものを俗に「太陽風呂」といつている。北陸地方における太陽風呂の実例を第4表に示す。

第4表 太陽風呂の実例

県名	名 称	所 在 地	コ レ ク タ ー	蓄 熱 槽	設置年月	備 考
石川 県	こまつ湯	小松市京町	2基(21m ²)	5,000ℓ	S52.7	日本で最初
	天岩湯	小松市本折町	6基(70m ²)	12,000ℓ	S53.5	
	田丸湯	金沢市本町	4基(48m ²)	10,000ℓ	S53.8	ホテルと併営
富山 県	松の湯	氷見市丸の内	45枚(85.05m ²)	5,000ℓ	S53.4	
	日の出湯	高岡市大坪	42枚(79.38m ²)	8,000ℓ	S53.4	
	憩の湯	高岡市永楽	30枚(56.70m ²)	3,000ℓ	S53.5	
	小林浴場	福光町東町	39枚(73.71m ²)	4,000ℓ	S54.2	

第5表 大型太陽熱温水器の実例

県名	名 称	所 在 地	コ レ ク タ ー	蓄 熱 槽	設置年月	備 考
石川県	十全病院	金沢市小立野	27枚(51.03m ²)	2,000ℓ	S52.11	
富山県	田中医院	砺波市表町	8枚(15.12m ²)	800ℓ	S53.11	

昭和52年(1977)日本で最初の太陽風呂が小松市に誕生してから北陸地方で太陽風呂が増え、石川県と富山県で現在7例ほどある。

最近入浴料は燃料、人件費等の高騰のため値上げされたが、値上げ→収入減→値上げの悪循環が繰り返されている。入浴料の値上げを抑えるためにも大型太陽熱温水器の導入を奨めたいと思う。

病院等お湯を大量に使うところでは、大型太陽熱温水器が使われている。この実例を第5表に示す。これらは家庭用に比べて利用量も大きく、償却も早いので、かなり有利であると思われる。

病院関係だけでなく、大量にお湯を使う所にはもっと大型太陽熱温水器が使えるはずである。

* 大手メーカーとして、アズマ工機、積水住宅機器、松下電工、日立化成、ユニエーター、矢崎総業等があげられる。

4. ソーラーハウス

太陽エネルギーで給湯と暖房または給湯と暖房および冷房を行う家を「ソーラーハウス」といっている。ソーラーハウスはイニシャルコストは高いが、ランニングコストは太陽熱を使うので非常に安い。このイニシャルコストを償却するのに太平洋地域では、6～8年かかるが、北陸地域では12～15年で2倍くらいかかるので、かなり厳しい条件にある。しかし、昭和52年（1977）より北陸地方にもソーラーハウスが除々に建てられている。北陸地方におけるソーラーハウスの実例を第6表に示す。現在石川県と富山県で4戸建てられており、さらに4戸建設中または建設予定である。

これらの家の人は、ランニングコストが非常に安いこと、火を使わないので安全であること、省エネルギーになることに魅力を感じ、思い切ってソーラーハウスにしたとのことである。

第6表 北陸におけるソーラーハウスの実例

名 称	設 置 場 所	用 途	システム			補助熱源	コレクター枚数 (有効面積)	蓄熱槽	温水チラー	設立年月
			冷 房	暖 房	給 湯					
清水住設センター*	氷見市阿尾島田	商社兼住宅	○	○	○	灯油	45枚(85.05m ²)	5,000ℓ	3,000Kcal	S52.10
杉 岡 邸	小松市下牧	住 宅	—	○	○	灯油	1基(7.16m ²)	1,000ℓ		S53.11
松 田 邸**	金沢市つつじが丘	住 宅	—	○	○	灯油	16枚(30.24m ²)	7,500ℓ		S53.4
近 鉄 ホ ー ム	金沢市アカシヤ台	住 宅	—	○	○	灯油	3枚(5.67m ²)	800ℓ		S54.4
(以下工事中または計画中)										
日本パーツセンター	金沢市泉が丘2丁目	会社事務所	○	○		未定	未定	未定	3,000Kcal	
科学文化センター***	富山市西中野1丁目	会館事務所	○	○		都市ガス	20枚(37.80m ²)	"	4,000Kcal	
野 畠 邸	石川県野々市町	住 宅	○	○	○	灯油	14枚(26.46m ²)	"		
宮 崎 邸	石川県辰口町	住 宅	○	○	○	灯油	18枚(34.02m ²)	"		

*別に太陽熱温水器も設置

**石川県建築士会第20回優良建築に入賞（昭和54年5月）

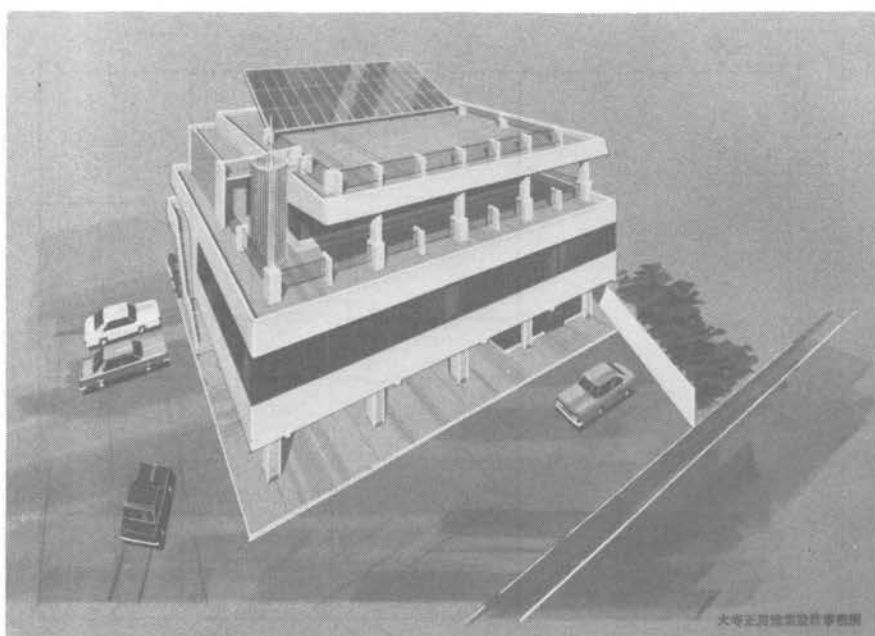
***太陽熱システム展示用

4・1 清水住設機器センター

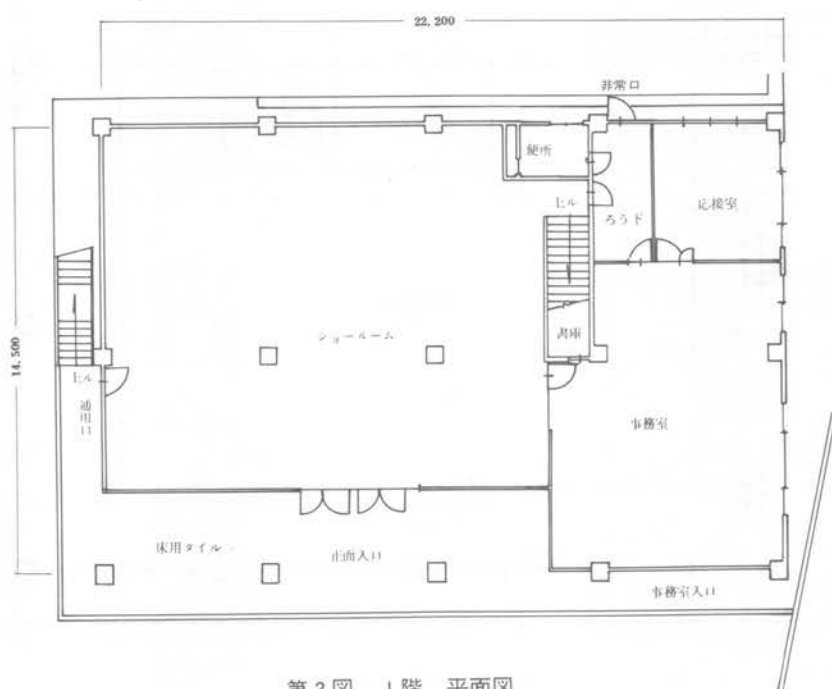
この建物の概観を第1図に示す¹⁾鉄筋3階建て、延面積1,050m²のかなり大きな建物で、住設機器センター（商社）兼住宅になっている。この屋上にコレクターとしてブルーパネル45枚（集熱面積85.05m²）と別に太陽熱温水器が設置されている。

このハウスの1～3階の間取り図を第2～4図に示す。1階は住設機器のショールームと事務室、応接室等、2階は商品説明会場と住宅、3階は従業員の娛樂室になっている。このほぼ全館を太陽熱で冷暖房し、台所、風呂、洗面所等の給湯も行っている。

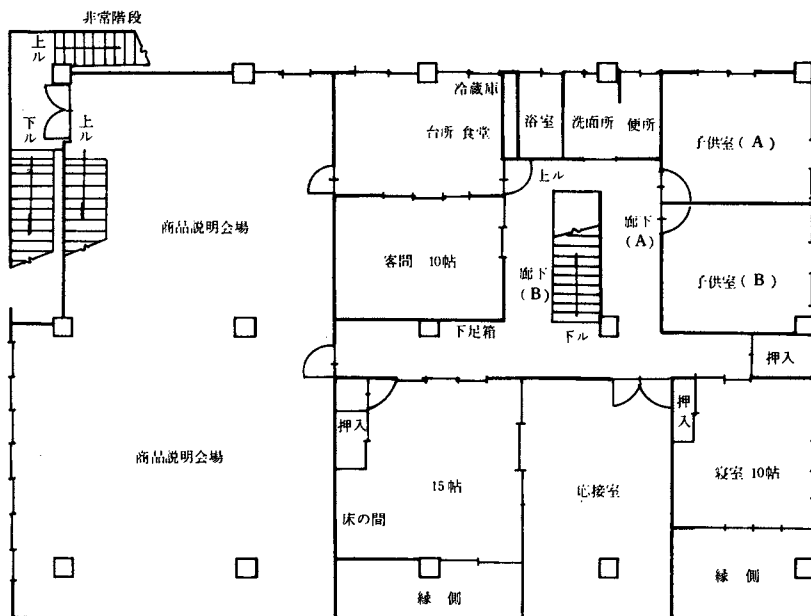
このハウスの冷暖房システムを第5図に示す。暖房の場合、コレクターで太陽熱により熱せられた温水は一旦蓄熱槽に貯えられ、蓄熱槽より各部屋に送られ、空調器により暖房される。日射が得



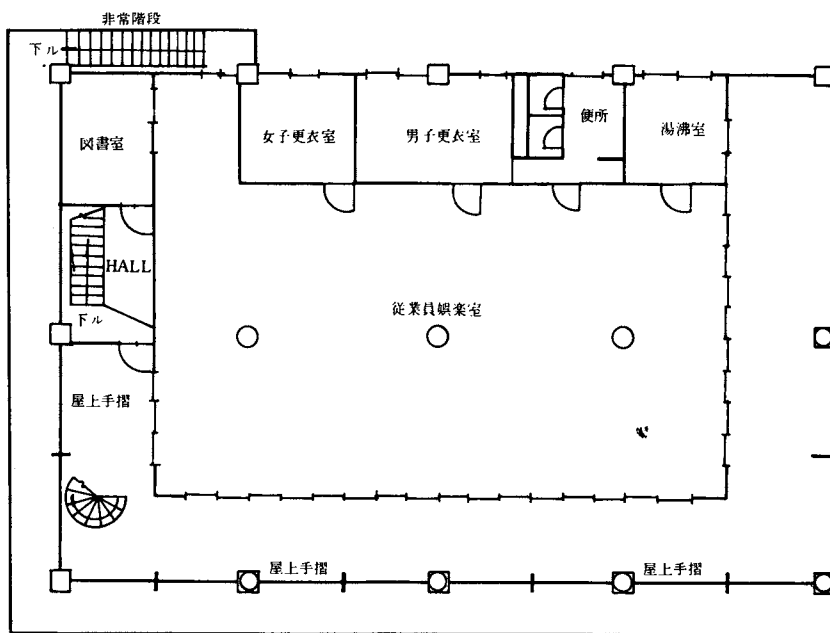
第1図 清水住設機器センターの概観



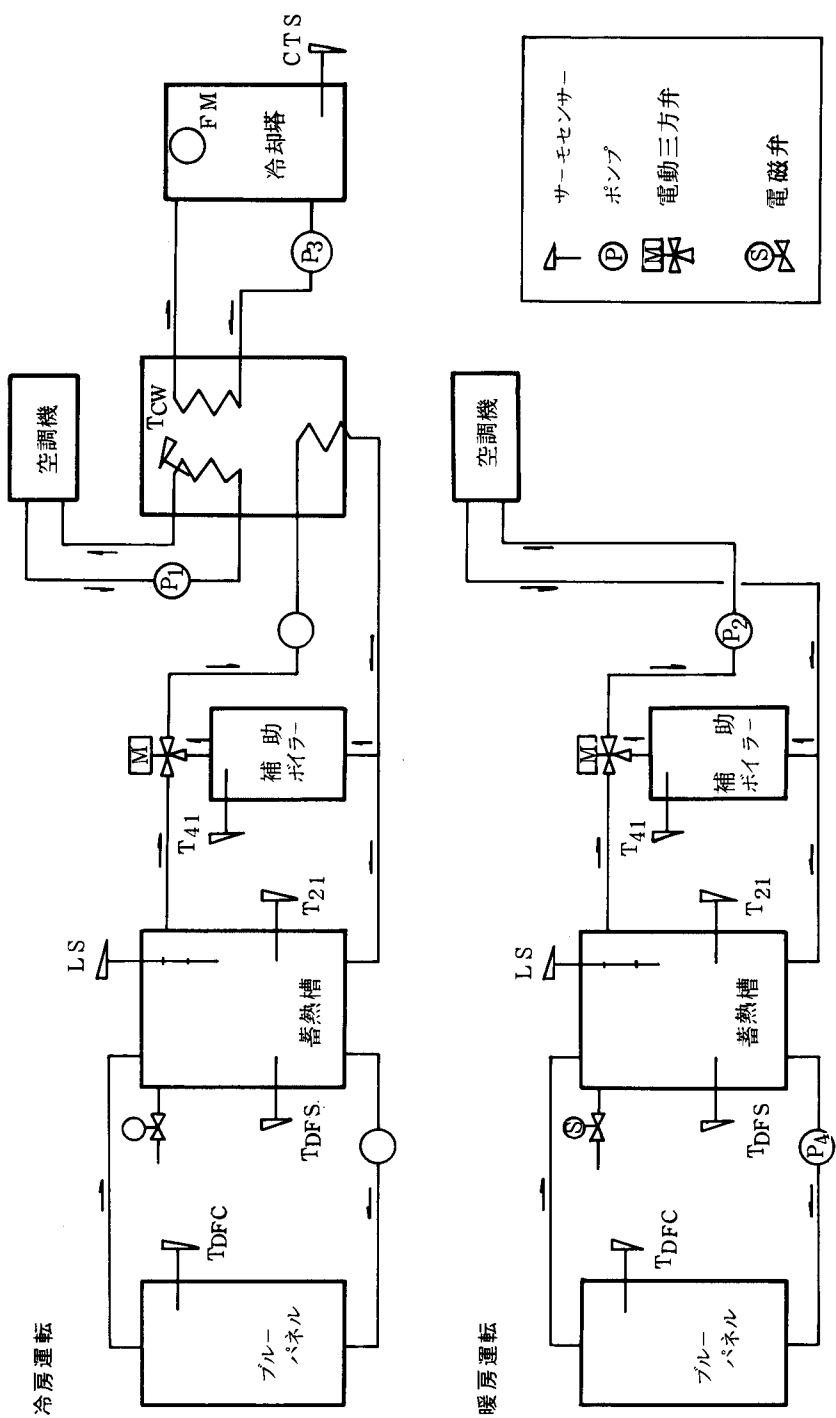
第2図 1階 平面図



第3図 2階 平面図



第4図 3階 平面図



第5図 太陽熱利用冷暖房システム

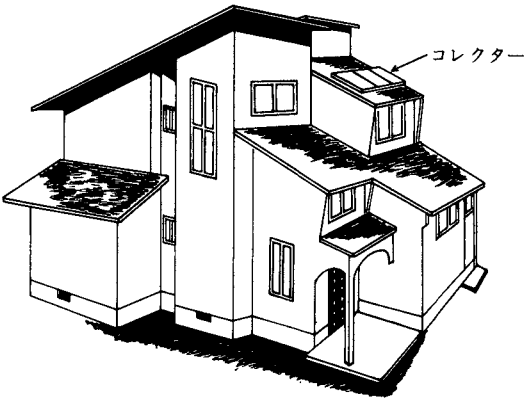
られない時は、太陽熱の代わりに灯油焚きボイラーが使われる。

冷房の場合、暖房運転の場合とほぼ同様であるが、空調機の前に温水焚きチラーと冷却塔が加えられる。日射が得られない時、太陽熱の代わりに灯油焚きボイラーが使われる。

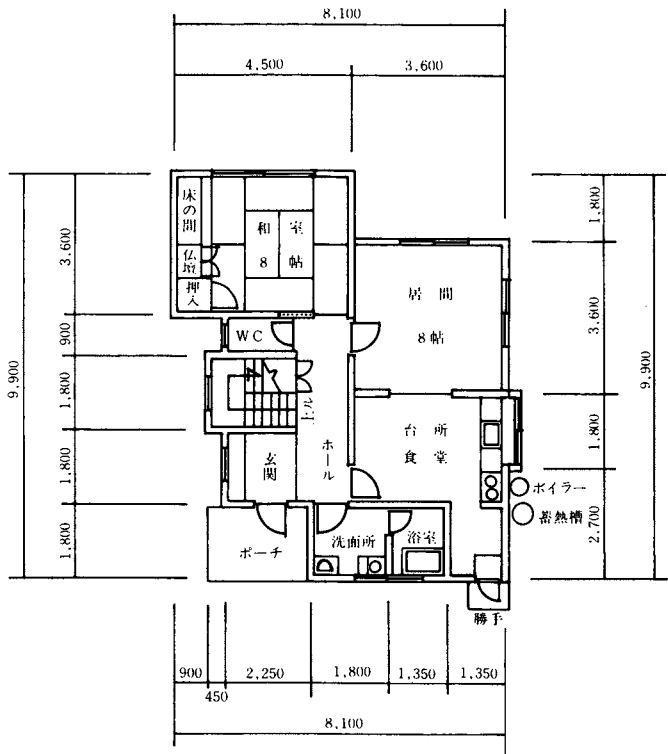
4・2 近鉄ホーム

この建物の概観を第6図に示す。いわゆる5DKの建物で、延面積約110㎡、木造2階建てである。この正面に向かって右側の屋根にコレクターとしてブルーパネル3枚(集熱面積5.67㎡)が取り付けられている。

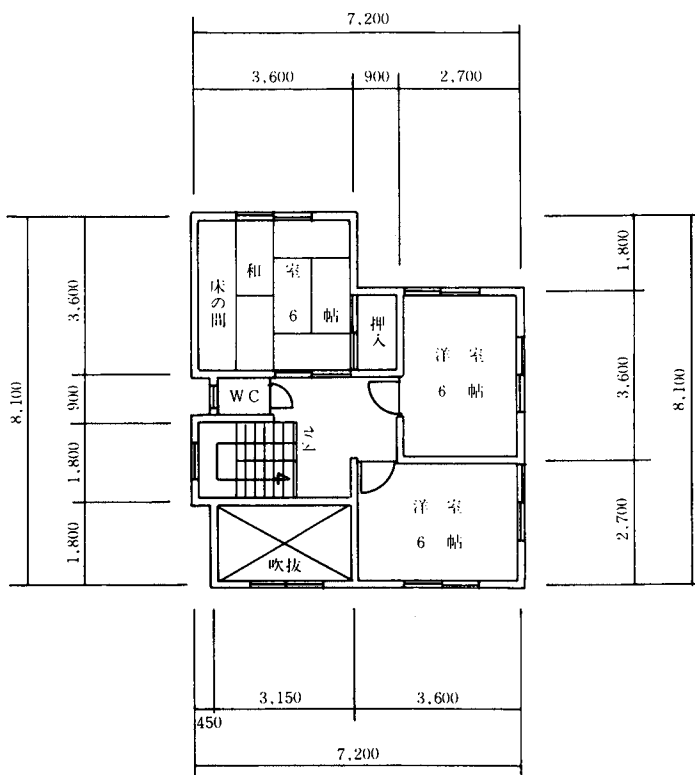
このハウスの間取りを第7～8図に示す。1階には、居間(8帖)、和室(8帖)、台所兼食堂、洗面所、浴室、ホール等があり、2階には



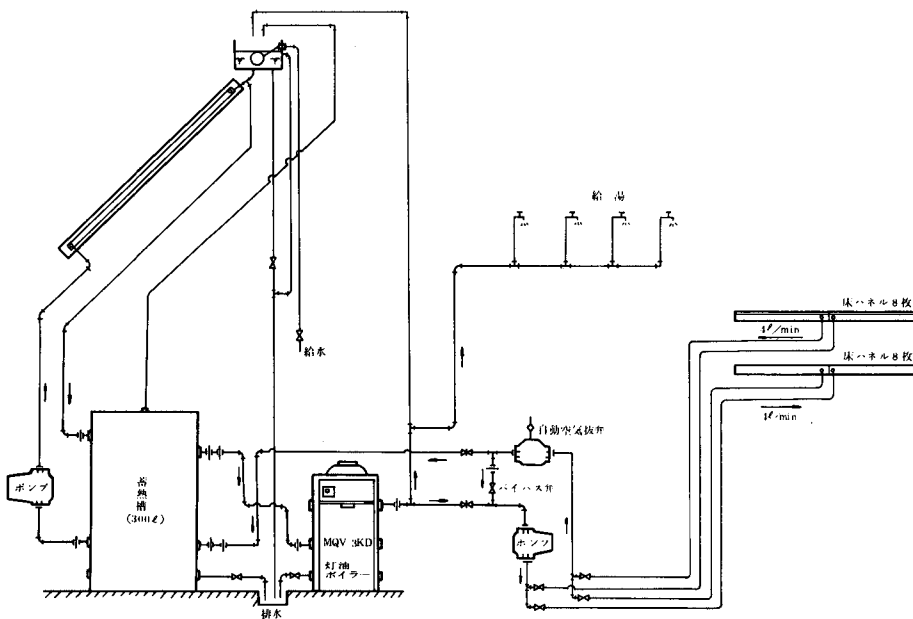
第6図 近鉄ホームの概観
(著者のスケッチ)



第7図 1階 平面図



第 8 図 2 階 平面図



第 9 図 太陽熱利用暖房給湯システム

洋室（6帖）、和室（6帖）等がある。これらのうち、1階の居間8帖を太陽熱で床暖房し、台所と浴室の給湯も太陽熱で行うようになっている。

この暖房システムを第9図に示す。太陽熱によりコレクターで熱せられた温水は、一旦蓄熱槽に入り、この蓄熱槽より各部屋および台所、浴室等に送られる。日射のない時は、太陽熱の代わりに灯油焚きボイラーが使われる。前の例と異なる点は冷房の装置がなく、暖房を温水による床暖房で行っている点である。床暖房は足熱冷頭型のため、暖房の方法としては最良であるといわれる。

4・3 杉岡邸

この建物の概観を第10図に示す。いわゆる5DKの延面積 91.9m^2 の木造2階建ての建物である。この屋根の上にコレクター（ 7.16m^2 ）が設置されている。コレクター部分を第11図に、床暖房パネルの部分を第12図に示す。

このハウスの間取りを第13～14図に示す。1階には、応接室（7.5帖）、和室（6帖）2部屋、台所兼食堂、浴室、洗面所、ホール等があり、2階には、和室（6帖）、洋室（9帖）がある。これらの内応接室7.5帖と和室6帖2部屋を太陽熱で床暖房し、台所、浴室、洗面所等の給湯も行なっている。

このシステムは前例とほぼ同じである。日射のない時は、太陽熱の代わりに灯油焚きボイラーが使われる。



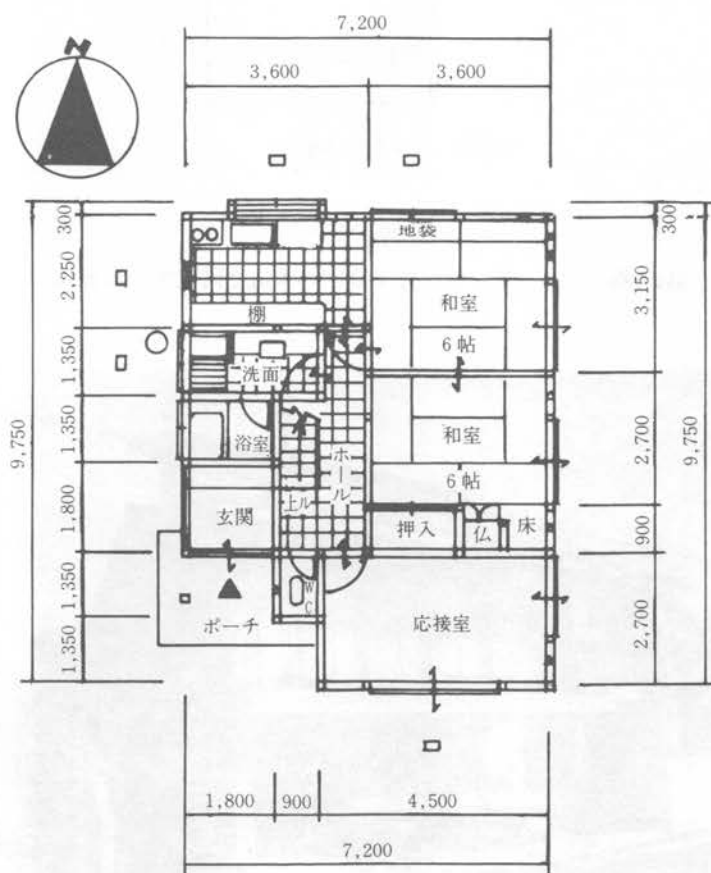
第10図 杉岡邸の概観



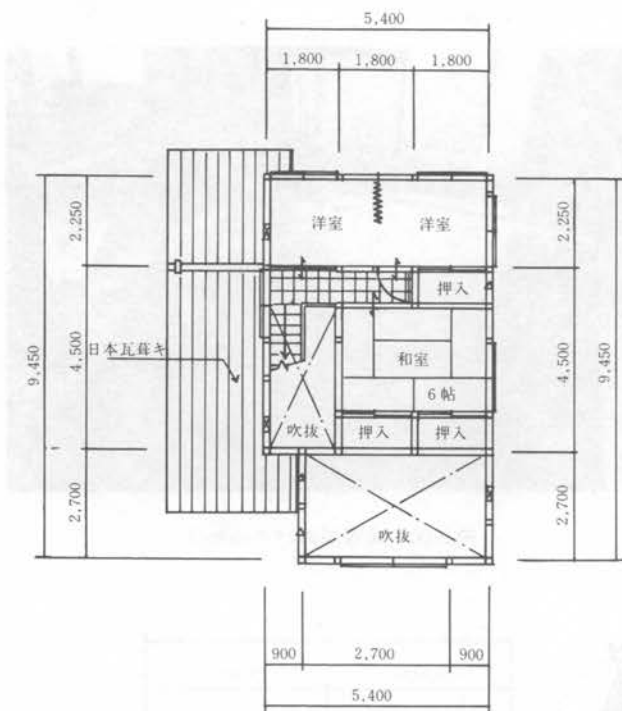
第11図 コレクター部分



第12図 床暖房のパネル部分



第13図 1階 平面図



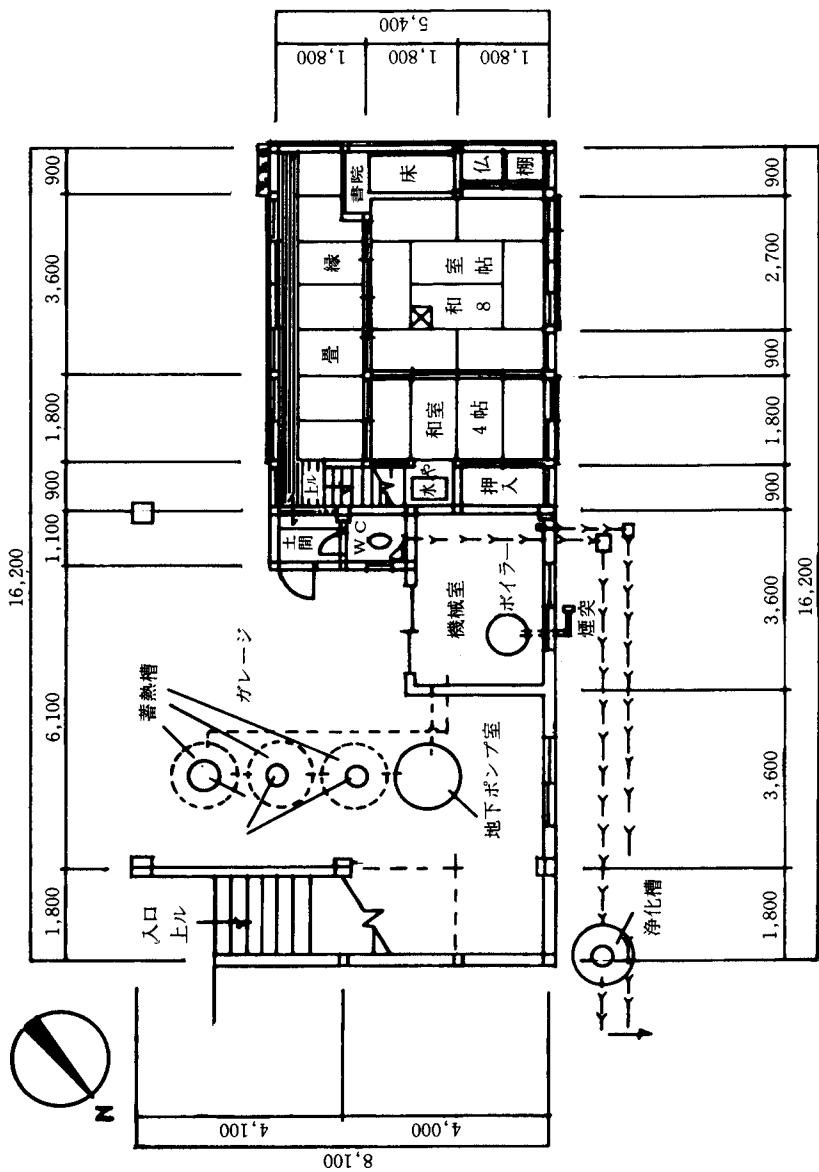
第14図 2階 平面図

4・4 松田邸

この建物の概観を第15図に示す。ガレージ付 6DK の木造 2 階建て、延面積 200.9m^2 の建物であ



第15図 松田邸の概観



第16図 1階 平面図

る。この屋根にコレクターとしてブルーパネル16枚（集熱面積30.24m²）が設置されている。

このハウスの間取りを第16～17図に示す。1階には和室（4帖）、和室（8帖）と物置、ガレージ（車2台用）等があり、中2階には囲炉裏のある居間（10帖）と和室（6帖）、台所兼食堂、ホール、洗面所、浴室等がある。2階には書齋（4帖）と洋室（7帖）等がある。これらのうち、居間10帖と台所兼食堂6帖を太陽熱で床暖房し、他の部屋をファンコイルで暖房するようになっている。

この建物の特徴は、老夫婦は1階で、若夫婦と子供は2階で過ごし、共通で使うものは中2階に集められているところにある。

このシステムは4・2で示した例とほぼ同じである。日射のない時は、太陽熱の代わりに灯油焚きボイラーが使われる。また、囲炉裏で廃材（木くず）を燃やして補助暖房もできるようになっている。囲炉裏のある居間を第18図に示す。一般家庭では、4～50年前に捨ててしまった囲炉裏を現代風に取り入れられており、時には囲炉裏を囲んで食事也能る楽しい雰囲気がある。



第18図 囲炉裏のある居間

屋根の下断熱材や紙張りの障子で断熱効果を上げ、熱損失を少なくしてある。また、夏に対しては大窓を直列配置にし、風通しをよくし、特に冷房なしでも過ごせるように工夫されている。

5. 太陽電池

北陸地方では、電電公社の中継局、無人灯台、無人測候所の電源等に太陽電池が利用されている。しかし、太陽電池は商用電力に比べて非常にコストが高い（1W当り1万5,000円くらい）ので、コストを無視できる特殊な所にしか利用されていない。

本学の鈴木正匡¹¹⁾は4属と3属元素の合金、または4属と5属元素の合金を用い、従来の単結晶と異なる非晶質の太陽電池の開発に専念している。

非晶質のものは原料が少なくすみ、薄膜化ができるので、大面積のものも造れる。これは単結晶をつくるよりもずっと省資源になり、コストも安い。現在のコストを $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{100}$ に下げることができれば、一般にも普及するので、非晶質太陽電池の開発に期待がかけられている。

6. 太陽エネルギー利用の展望

北陸地方では冬期の天候が悪く、太陽エネルギーの利用は冬期にはかなり厳しい条件にある。気候を改革できればよいが、それができないとすれば、冬期には補助熱源が不可欠である。もし、長期の蓄熱ができれば、夏期のあり余るエネルギーを蓄熱し、冬期に使うことができるので大変便利である。著者らも潜熱を利用した蓄熱に関して若干研究を行った¹²⁾が、短期の蓄熱に利用できるが、長期の蓄熱には向かないことがわかった。化学反応または水素利用等による長期蓄熱法の開発が期待される。

今後の北陸における太陽エネルギーの利用が普及するか否かは、一つは石油価格にかかっている。石油価格がもし2倍に上がれば、コストの償却年数が $\frac{1}{2}$ くらいになるので、太陽熱温水器にしても、ソーラーハウスにしてもメリットが大きくなるからである。

現在北陸においては、イニシャルコストを償却するのに、太陽熱温水器で5～8年、ソーラーハウスで12～15年かかるので、耐用年数とあまりかわらず、メリットはそれほど多くない。したがって、太陽風呂や大型太陽熱温水器などイニシャルコストの償却の早いものが今後増加するであろう。家庭用温水器も石油価格がもっと高くなれば、より多く増加するであろう。ソーラーハウスも償却年数が1桁台になれば、なお一層普及するものと思われる。

北陸地方は冬期北西向きの風が強く、海が荒れて波が高い。風力や波力を利用して発電することも考えられる。また、白山や立山等の火山もあるので、地熱を利用して発電することもできる。これらの自然のエネルギーを利用するには、都市単位または県単位の大規模なものでなければメリットが少ない。太陽エネルギーの他、風力、波力、地熱等と現在の水力、火力、原子力等も含めて、トータルエネルギーシステムを都市単位または県単位で組めば、将来かなり有望と思われる。

7. 結 言

以上に北陸における太陽エネルギー利用の現状と若干の展望を述べたが、まとめるとつぎのことが言える。

1) 北陸地域と太平洋地域との気象条件を晴天日数と日射量で比較した。利用できる太陽エネルギーの総量をそれらの積で考えると、北陸地域は4～10月では太平洋地域とほぼ等しいか、やや少なめである。しかし、冬期の11～3月には非常に少なく、最低値は太平洋地域の $\frac{1}{2}$ くらいになる。このように北陸地方では冬期非常に不利な条件にある。

2) 北陸地方の家庭用太陽熱温水器の普及は現在1～2%で、非常に少ない。地元のメーカーも数社あり、性能のよい太陽熱温水器の開発に努めている。現在イニシャルコストを償却するのに5～8年かかるが、もっと早く償却できれば、より多く利用されるであろう。

太陽風呂や大型太陽熱温水器は家庭用よりもメリットがあるので、今後さらに増加するものと思

われる。

3) 北陸地方におけるソーラーハウスは、現在4戸くらいある。イニシャルコストの償却に12～15年かかるので、まだ一般に普及しないが、もし償却年数が1桁台になれば、なお一層増加するものと思われる。

4) 現在太陽電池は高価で一般への普及は無理である。将来非晶質太陽電池等安価で性能のよいものが開発されれば、一般に普及するであろう。

5) 太陽エネルギーのみでなく、風力、波力、地熱等の自然のエネルギーと、現在の水力、火力、原子力等も含めて、トータルエネルギーシステムを都市単位または県単位で考えれば、将来かなり有望であると思われる。

〔謝辞〕本稿の執筆に際し、関係各位には家の間取り図および写真等を惜しみなく御提供戴き、有難うございました。ここに記して感謝の意を表します。

文 献

- 1) 通産省工業技術院、サンシャイン計画推進本部編：『輝ける太陽エネルギー』（大蔵省印刷局、1977）
- 2) 東京天文台編：『理科年表』，p. 気54（丸善、1978）
- 3) 福井地方気象台：日射量測定値（1977）
- 4) 石川県大気監視センター：日射量測定値（1975－77）
- 5) 富山地方気象台：日射量測定値（1954－70）
- 6) 気象庁：日射量測定値集（1954－70）
- 7) 安達正雄，谷本明：日本海域における太陽エネルギーの利用について、『金沢大学日本海域研究所報告』，No. 6，89（1974）
- 8) 安川敬一：日本特許公開公報
- 9) 中島高吉：日本特許公開公報
- 10) 北陸電力技術研究所：未発表資料
- 11) 安達正雄：北陸地方の太陽エネルギー利用と開発状況，Sunshine，No. 3，6（1978）
- 12) 安達正雄，谷本明，林健一：蓄熱器に関する研究（第1報），『日本太陽エネルギー学会第1回研究発表論文集』，p. 65（1975）

（昭和54年5月31日受理）